03 별과 우주의 진화

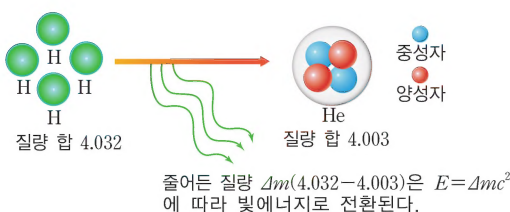
03-1 별의 진화와 죽음, 무거운 원소의 생성

1. 별의 탄생 별은 성간 물질인 가스와 티끌이 밀집된 성운에서 만들어진다.

성운의 중력 수축	원시별의 형성	주계열성 탄생
고밀도의 성간 물질이 중력 수축하여 밀도 증가, 온도 상승	중심부에 원시별이 형성되고, 주위에 성간 물질이 모여 원반 형성	원시별이 수축하면서 중심부의 온도가 상승하여 수소 핵융합 반응 시작

2. 별의 에너지원

① 중력 수축 에너지 : 성운이나 별이 중력에 의해 수축할 때 위치 에너지가 열에너지로 전환되면서 발생하며, 별의탄생 초기에 별의 에너지원으로 쓰인다.

② 수소 핵융합 반응 : 주계열성의 중심부에서 일어나는 반응으로 수소 4개와 헬륨 1개의 질량 차이가 열과 빛에너지로 변환되는 반응으로 중심부 온도가 1,000만K 이상일 때 핵융합 반응이 일어난다.

3. 주계열성의 거성으로의 진화 중심에서 수소 핵융합 반응을 하는 안정한 주계열성은 질량에 따라 다른 진화를 한다.

주계열성		• 별의 중심에서 수소 핵융합 반응이 일어나고 있는 안정한 상태에 있는 별의 단계 • 질량이 클수록 표면 온도가 높고, 젊고 밝은 별 • 중심 온도 1,000만 K, 표면 온도 6,000K
거성	적색 거성	• 질량이 태양 정도인 별에서 나타남 • 수소 핵융합 반응으로 별의 중심에 생긴 헬륨이 수축하면서 → 중심 바깥의 수소층을 가열 → 별의 팽창 • 중심에서는 헬륨 핵융합 반응으로 탄소 생성 • 중심 온도 1억 K, 표면 온도 3,000K
	초거성	• 별의 질량이 태양 질량의 10배 이상 큰 별의 진화 과정에서 나타남 • 에너지 발생량이 크므로 중심에 탄소가 만들어진 후에도 계속 핵융합 반응 진행 • 탄소 → 산소 → 네온 → 마그네슘 → 규소 → 철을 생성

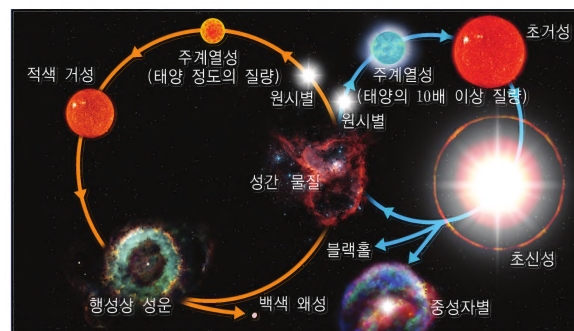
진화

4. 거성 이후의 진화와 죽음

태양 정도의 별 : 태양 질량 정도~태양 질량의 10배인 별
• 주계열성 → 적색 거성 → 행성상 성운 → 백색 왜성 • 행성상 성운 : 적색 거성에서 팽창한 외곽 물질이 분리, 방출된 것. 중심의 백색 왜성에서 에너지를 받아 빛을 냄. • 백색 왜성 : 거성 중심의 탄소가 수축을 멈추고 남은 고밀도의 별
질량이 큰 별 : 태양 질량의 10배~태양 질량의 30배인 별
• 주계열성 → 초거성 → 초신성 폭발 → 중성자별(또는 블랙홀) 태양질량의 30배 이상 • 초신성 : 초거성의 중심 외곽이 강한 폭발로 외부로 방출 • 중성자별 : 중심의 무거운 원소가 온도와 압력에 의해 원자핵과 전자가 결합하여 중성자로만 이루어져 남은 초고밀도 별 • 블랙홀 : 별의 질량이 태양보다 30배 이상인 별의 경우 중성자인 중심핵까지 수축하여 빛조차 외부로 방출되지 못하게 된 천체

꼭! 나오는 자료

빈출유형 107번

별의 진화 과정

5. 별의 내부 구조 질량이 큰 별일수록 진화의 마지막 단계에 중심부가 무거운 원소로 이루어진 층상 구조를 형성

① 주계열성과 적색 거성의 내부

▲ 주계열성의 내부 ▲ 적색 거성의 내부

② 초거성의 내부 구조 변화

보충 Tip 핵융합 반응으로는 철보다 무거운 원소는 생성되지 않는다.

중심에 탄소 생성 후 계속되는 온도 상승

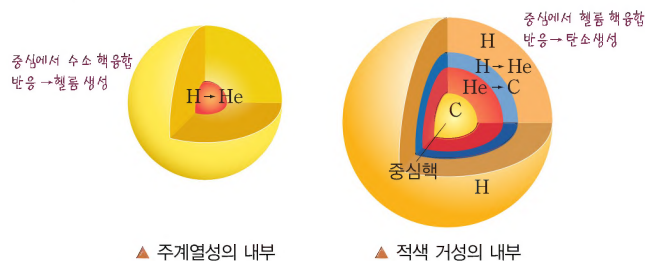
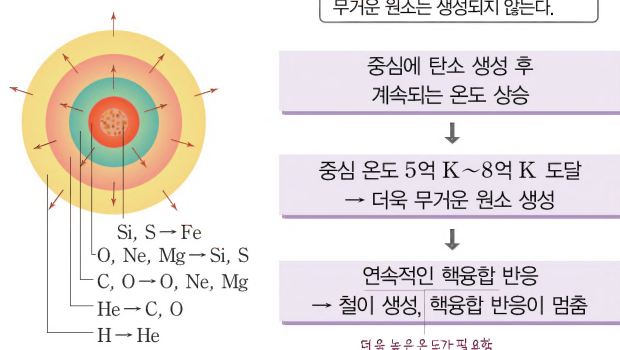
↓

중심 온도 5억 K~8억 K 도달 → 더욱 무거운 원소 생성

↓

연속적인 핵융합 반응 → 철이 생성, 핵융합 반응이 멈춤

더욱 높은 온도가 필요함

Ⅰ

6. 무거운 원소의 생성과 순환 별에서 합성된 무거운 원소가 행성상 성운, 초신성 폭발 과정에서 우주로 방출 → 성운을 형성하여 새로운 별, 행성, 생명체의 기원(재료)이 된다.

우리 주변의 무거운 원소의 기원

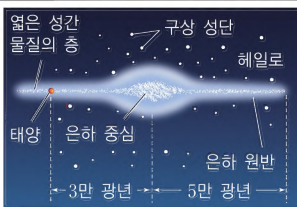
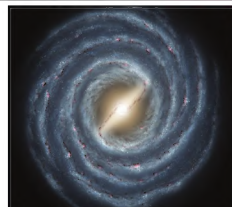
질량이 큰 별 내부의 핵융합 반응
↓
무거운 원소의 생성
↓
초신성 폭발로 우주로 뿌려짐
↓
새로운 별, 행성, 우리 몸을 구성하는 재료가 됨

- 우주의 무거운 원소는 과거 무거운 별의 핵융합 반응의 산물이다.
- 철보다 무거운 원소의 생성 : 초신성 폭발 때의 매우 높은 온도와 압력에 의해 합성된다.

03-2 은하와 우주의 구조

1. 우리 은하 태양계가 속한 은하

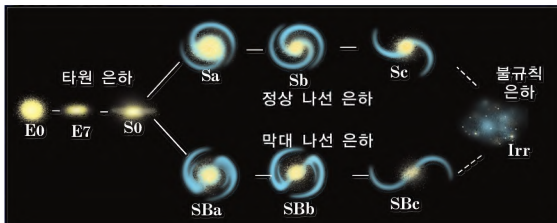
은하수 : 은하 안쪽의 태양계에서 본 우리 은하의 모습

우리 은하	• 막대 나선 은하로 지름이 약 10만 광년 • 태양계의 위치 : 은하의 중심에서 약 3만 광년 떨어진 나선팔
우리 은하의 구성	• 중심부 : 늙은 별과 구상 성단이 분포 • 나선팔 : 성간 물질, 젊고 밝은 별이 분포 • 헤일로 : 은하 원반 바깥을 감싸는 공 모양의 영역 주로 구상성단 분포

▲ 옆에서 본 우리 은하

▲ 위에서 본 우리 은하

2. 은하의 분류

① 외부 은하의 분류와 특징

꼭! 나오는 자료

외부 은하의 분류

- 타원 은하 : 타원의 모양에 따라 E0~E7로 분류
- 나선 은하 : 나선팔의 감긴 수나 형태를 기준으로 분류
  ➡ 정상 나선 은하(Sa~Sc)와 막대 나선 은하(SBa~SBc)
- 불규칙 은하 : 대칭적이거나 규칙적인 구조를 갖지 않음

은하	형태	특징	
타원 은하		• 나선 구조가 없는 타원 모양의 은하 • 별과 별 사이에 성간 물질이 거의 없고 붉은색의 늙은 별로 구성	
정상 나선 은하		중심부가 공처럼 둥근 은하	• 나선팔이 감긴 정도에 따라 분류 • 젊고 밝은 별과 성간 물질이 나선팔에 분포
막대 나선 은하		중심부에 막대 모양의 구조가 있는 은하	
불규칙 은하		특정한 형태를 갖지 않는 은하로 대칭적이거나 규칙적이지 않은 은하	

② 타원 은하와 나선 은하의 비교

특성	타원 은하	나선 은하
겉 모양	타원형	나선형
구조	중앙 팽대부와 헤일로	중앙 팽대부와 원반, 헤일로
색	붉은색	푸른색
구성 별의 나이	나이가 많은 별이 많음	주로 젊은 별이 많음
기체의 양	적다	많다
질량	다양한 분포를 보이나 주로 나선 은하보다 타원 은하의 크기와 질량이 크다.	

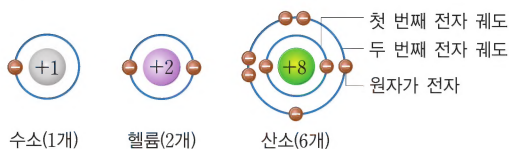
3. 은하군, 은하단과 초은하단, 우주 거대 구조

은하군	• 은하들이 집단을 이루고 있는 모양 (여러 개~수십 개) • 국부 은하군 : 우리 은하가 속한 은하의 집단
은하단	수많은 은하가 조밀하게 모여 무질서하게 분포하는 은하 집단 (수백~수천 개)
초은하단	은하들이 모여 더 큰 집단을 형성, 가장 큰 단위
우주 거대 구조	초은하단들이 우주에서 띠를 이루며 그물처럼 줄지어 분포하고 있으며, 띠 사이에 은하나 별과 같은 천체를 볼 수 없는 공간(공동)이 나타난다. → 암흑 물질 존재를 추정

03-3 성간 물질과 분자의 출현

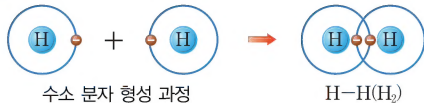
1. 성간 공간에 존재하는 물질

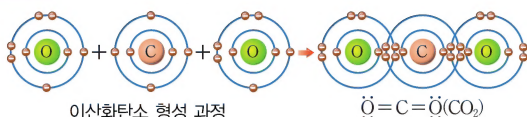
원자	수소(H) > 헬륨(He) > 산소(O) > 탄소(C) > 질소(N) 순으로 많다.
분자	헬륨을 제외한 수소, 산소 등과 같은 원자는 원자일 때보다 원자가 서로 결합한 분자 상태일 때 더 안정하므로 공유 결합을 통해 수소(H_2), 일산화탄소(CO), 질소(N_2), 메테인(CH_4) 등과 같은 성간 화합물이 만들어졌다.

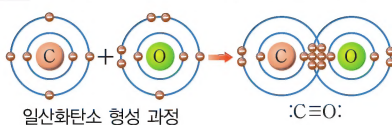
2. 분자의 생성과 공유 결합의 원리

▲ 원자의 전자 배치 모형과 원자가 전자 수

① 원자가 전자 : 전자 궤도에서 가장 바깥 궤도에 있는 전자
② 옥텟 규칙(여덟 전자 규칙) : 원자가 전자가 8개일 때 매우 안정한 상태가 된다는 이론(단, 첫 번째 전자 궤도는 전자가 2개 채워지면 안정한 상태가 되기 때문에 헬륨 원자는 원자 자체로 매우 안정하다.) 전자가 가장 안쪽 궤도부터 2개, 8개, 8개, …가 채워질 때 안정한 상태가 된다.
③ 공유 결합 : 원자들이 화학 결합을 할 때 원자가 전자를 서로 공유함으로써 형성되는 결합

단일 결합 1개의 전자쌍을 공유 예 수소 분자, 암모니아, 메테인 등

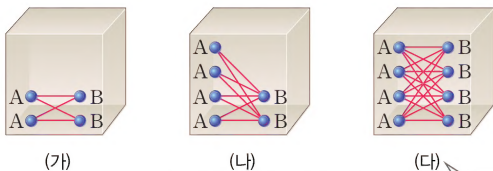
수소 분자 형성 과정 H−H(H_2)

2중 결합 2개의 전자쌍을 공유 예 이산화탄소, 산소 분자 등

이산화탄소 형성 과정 $\ddot{O}=C=\ddot{O}$(CO_2)

3중 결합 3개의 전자쌍을 공유 예 일산화탄소, 질소 분자 등

일산화탄소 형성 과정 :C≡O:

암기 Tip 결합의 세기 : 단일 결합 < 2중 결합 < 3중 결합

3. 성간 공간에 존재하는 성간 분자의 분포

① 농도와 반응 속도 : 반응 속도는 화학 반응이 얼마나 빠르게 일어나는가의 정도로, 반응 물질의 농도가 크면 단위 부피당 입자 수가 증가하고 원자들의 충돌 횟수가 많아져서 생성 물질이 만들어지는 속도가 증가한다. 유효 충돌이 일어나야 반응이 일어난다.

(가) (나) (다)

보충 Tip
- 단위 부피당 입자 수 : (가)<(나)<(다)
- 충돌 횟수 : (가)<(나)<(다)

② 성간 분자의 분포
- 성간에 가장 많이 존재하는 분자는 수소 분자(H_2)이다. ➡ 성간에는 수소 원자가 가장 많아 원자들끼리 유효 충돌해서 수소 분자를 만들 확률이 높기 때문이다.
- 일산화탄소(CO)와 질소 분자(N_2)는 수소 다음으로 풍부한 분자이다. ➡ 3중 결합으로 분자가 만들어지면 결합력이 커서 쉽게 분해되지 않기 때문이다.

핵심 문제로 개념 마무리

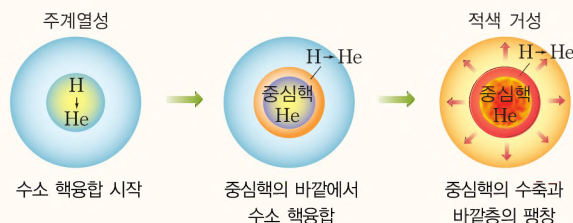
◆ 바른답·알찬풀이 p.13

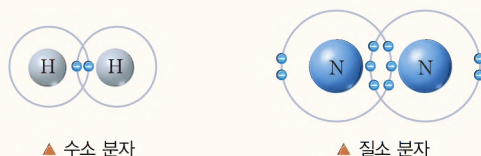
095 다음 설명 중 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

(1) 주계열성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 진행된다. ········ (   )
(2) 우리 은하의 나선팔에는 성운과 산개 성단이 많이 분포한다. ····(   )
(3) 성간 기체의 농도가 낮을수록 충돌 횟수가 많아서 반응 속도가 빠르다. ······································ (   )

096 다음 (   ) 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

(1) 주계열성의 질량이 클수록 표면 (   )가 높고 밝기가 (   ) 별이다.
(2) 외부 은하는 나선 은하, (   ) 은하, 불규칙 은하로 구분한다.
(3) 원자의 전자 배치에서 첫 번째 전자 궤도에 (   )개, 두 번째 전자 궤도에 (   )개의 전자가 채워지면 안정한 상태가 된다.

097 그림은 주계열성에서 적색 거성으로의 별의 진화 과정이다. 이 과정에서 증가하는 별의 물리량을 〈보기〉에서 모두 고르시오.

보기
ㄱ. 반지름 ㄴ. 표면 온도
ㄷ. 별의 밝기 ㄹ. 수소의 성분비

098 그림은 수소 분자와 질소 분자를 모형으로 나타낸 것이다.

▲ 수소 분자

▲ 질소 분자

수소 분자가 질소 분자보다 큰 값을 가지는 것을 〈보기〉에서 고르시오.

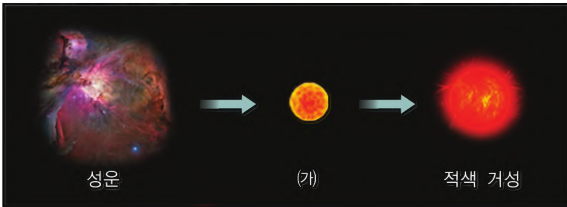
보기
ㄱ. 분자의 결합력
ㄴ. 공유하는 전자 수
ㄷ. 성간 공간에 존재하는 양

내신 분석 기출문제

◆ 바른답·알찬풀이 p.13

03-1 별의 진화와 죽음, 무거운 원소의 생성

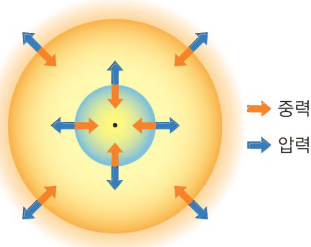
099 출제율 92%

그림은 별이 진화하는 과정의 일부를 나타낸 것으로 태양은 (가) 단계에 해당하는 별이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)의 중심에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.
ㄴ. 별이 (가)에서 적색 거성으로 진화할 때 표면 온도는 높아진다.
ㄷ. 적색 거성에서는 철(Fe)보다 무거운 원소가 만들어진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

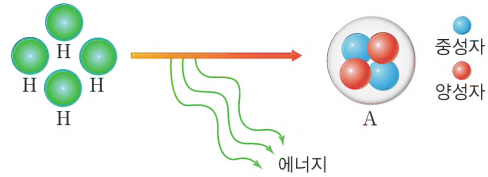
100 출제율 86%

그림은 별에 작용하는 중력과 압력을 나타낸 것이다.

그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나면 기체의 압력이 커진다.
ㄴ. 별을 구성하는 기체에는 중심 방향으로 수축하려는 중력이 작용한다.
ㄷ. 세페이드 변광성은 기체의 압력과 중력이 평형을 이루고 있는 천체이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

101 출제율 89%

그림은 별의 중심부에서 일어나는 수소 핵융합 반응을 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 수소 4개가 모여 생성된 A는 헬륨이다.
ㄴ. 이 반응은 주계열성의 중심에서 일어난다.
ㄷ. 수소 질량의 일부가 빛과 열로 전환된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

102 출제율 86%

다음은 별의 내부에서 일어나는 반응을 나타낸 것이다.

이와 같은 반응이 일어나는 진화 단계는?

① 원시별 ② 주계열성 ③ 적색 거성
④ 초거성 ⑤ 블랙홀

103 출제율 93%

태양 정도의 질량을 가지는 별의 진화 단계로 옳은 것은?

① 성운 → 원시별 → 주계열성 → 초거성 → 초신성
② 성운 → 원시별 → 초거성 → 백색 왜성 → 적색 거성
③ 성운 → 주계열성 → 원시별 → 적색 거성 → 초신성
④ 성운 → 주계열성 → 원시별 → 중성자별 → 블랙홀
⑤ 성운 → 원시별 → 주계열성 → 적색 거성 → 백색 왜성

104 출제율 92%

다음 중 별의 진화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 별은 질량에 따라 진화 과정이 달라진다.
② 초신성 폭발이 일어난 후 적색 거성이 만들어진다.
③ 초신성 폭발 이후 태양 질량의 30배 이상인 별은 블랙홀이 된다.
④ 질량이 큰 별은 중심핵이 모두 철로 변하면 핵융합 반응이 멈춘다.
⑤ 행성상 성운은 태양과 질량이 비슷한 별의 진화 과정에서 만들어진다.

105 출제율 90%

적색 거성이 백색 왜성보다 표면 온도는 낮지만 더 밝은 이유로 옳은 것은?

① 질량이 크다.
② 나이가 많다.
③ 반지름이 크다.
④ 평균 밀도가 크다.
⑤ 겉보기 등급이 크다.

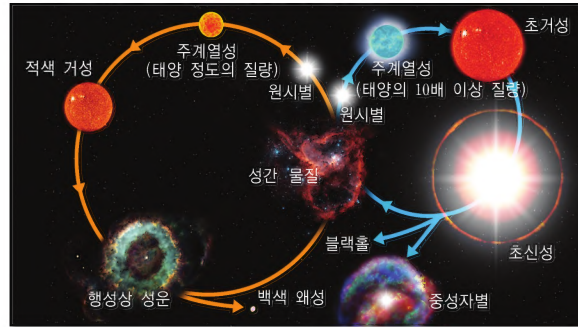
106 출제율 88%

다음 중 평균 밀도가 가장 큰 별은?

① 거성
② 초거성
③ 중성자별
④ 주계열성
⑤ 백색 왜성

빈출유형

107 출제율 97%

그림은 별의 진화 과정을 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 별의 진화 과정은 질량에 따라 달라진다.
ㄴ. 태양은 주계열성 이후 초거성으로 진화할 것이다.
ㄷ. 별의 진화 과정이 반복될수록 우주에는 무거운 원소의 함량이 증가할 것이다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

107 유사유형

108 출제율 94%

별의 진화에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 태양은 적색 거성으로 진화한 후 폭발한다.
ㄴ. 초신성이 폭발한 후 중심에는 백색 왜성이 형성된다.
ㄷ. 성운에서 별이 생성될 때 에너지원은 중력 수축 에너지이다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

109 출제율 89% 서술형

성간 물질 중 기체의 밀도가 높은 곳에서 별이 탄생한다. 별의 탄생 과정에서 별 내부의 온도가 높아지는 이유를 서술하시오. [5점]

110 출제율 92%

그림은 행성상 성운을 나타낸 것이다.

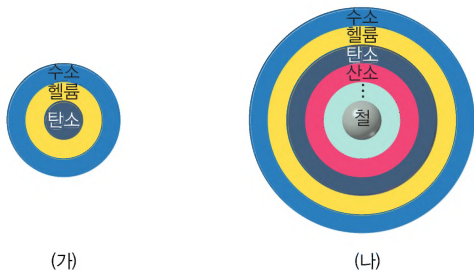
이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 태양은 이와 같은 단계로 진화할 것이다.
ㄴ. 별의 일생 중 가장 오랫동안 머무는 단계이다.
ㄷ. 이 단계가 지난 후 주계열성으로 변화할 것이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

111 출제율 93%

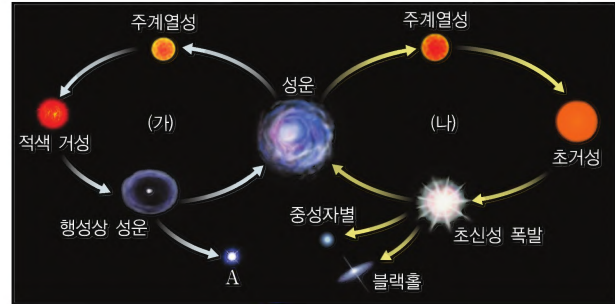
그림은 질량이 다른 두 별 (가), (나)의 내부 구조를 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)의 중심핵에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.
ㄴ. 철보다 무거운 원소는 (나)가 폭발하는 과정에서 생성된다.
ㄷ. (가)와 (나) 모두 별의 중심부로 갈수록 무거운 원소가 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

112 출제율 92%

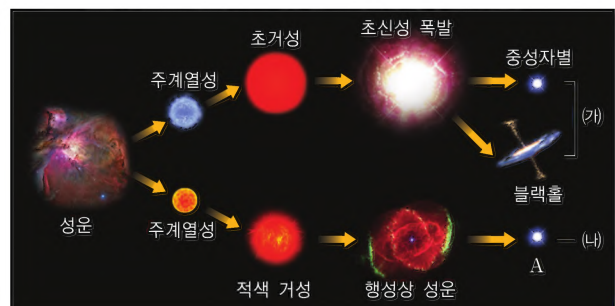
그림은 질량이 서로 다른 두 별의 진화 과정을 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. (가) 과정의 A는 백색 왜성이다.
ㄴ. (나) 과정에서 철보다 무거운 원소가 만들어진다.
ㄷ. (가)는 (나)보다 질량이 작은 별의 진화 과정이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

113 출제율 92%

그림은 별의 질량에 따른 진화 경로를 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

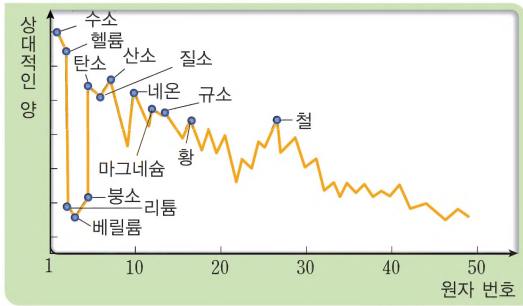
보기

ㄱ. A는 중성자별이다.
ㄴ. (가)는 질량이 큰 별의 진화 경로이다.
ㄷ. 태양은 (나)의 경로를 통해 진화할 것이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

빈출유형

114 출제율 97%

그림은 우주에 존재하는 원소의 함량을 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 우주 공간에 존재하는 헬륨은 모두 별에서 합성된 것이다.
ㄴ. 질량이 큰 별에서는 탄소에서 철까지의 무거운 원소가 합성된다.
ㄷ. 철보다 무거운 원소가 희귀한 것은 별이 폭발하면서 소멸되기 때문이다.

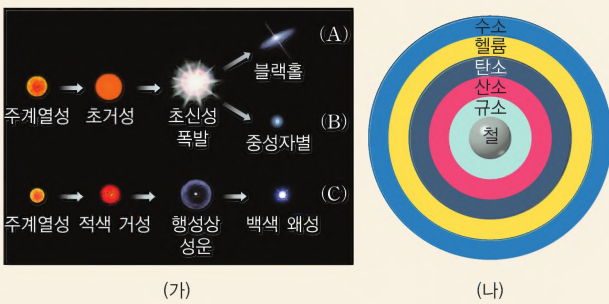
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

114 유사유형

115 출제율 93%

그림 (가)는 질량이 다른 별의 진화 과정을, 그림 (나)는 어떤 별의 내부 구조를 나타낸 것이다.

(가)

(나)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 B보다 질량이 큰 별의 진화 과정이다.
ㄴ. C 과정으로 (나)와 같은 별이 생성될 수 있다.
ㄷ. 별의 진화 과정을 통해 다양한 원소가 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

116 출제율 90%

그림은 서로 다른 진화 과정에 있는 두 천체의 모습이다.

(가)

(나)

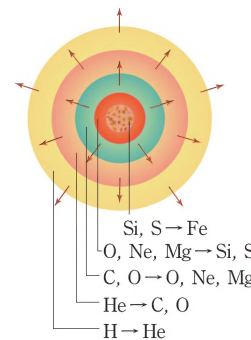
위 천체에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)의 중심은 중성자별이 된다.
ㄴ. (나)에서 철보다 무거운 원소가 만들어진다.
ㄷ. (가)는 (나)보다 질량이 큰 별의 진화 과정에서 나타난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

117 출제율 90%

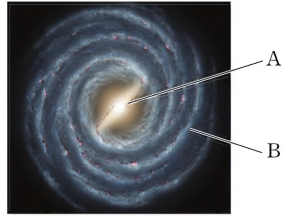
그림은 질량이 큰 별의 내부 구조 변화를 나타낸 것이다.

위 그림과 같이 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 만들어지는 원소 중 가장 무거운 원소는?

① 헬륨 ② 철 ③ 규소
④ 산소 ⑤ 우라늄

◆ 바른답·알찬풀이 p.13

03-2 은하와 우주의 구조

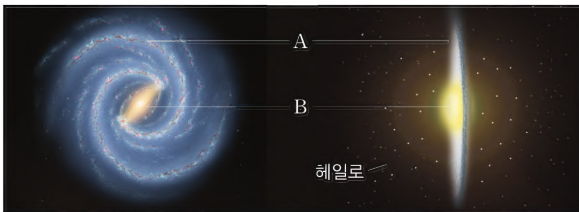
118 출제율 92%

오른쪽 그림은 우리 은하의 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 태양계는 A에 위치한다.
ㄴ. 우리 은하는 막대 나선 은하에 속한다.
ㄷ. 성간 물질은 A보다 B에 많이 분포한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

119 출제율 94%

그림은 우리 은하를 서로 다른 방향에서 본 모습을 나타낸 것이다.

(가) 위에서 본 모습 (나) 옆에서 본 모습

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

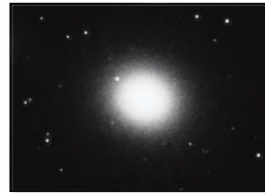
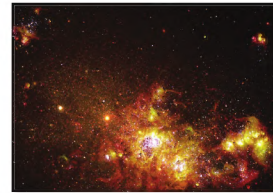
ㄱ. 우리 은하의 지름은 약 10만 광년이다.
ㄴ. A에는 젊고 밝은 별이 분포한다.
ㄷ. 구상 성단은 주로 B와 헤일로에 분포한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

120 출제율 89%

오른쪽 그림은 은하수의 사진이다. 은하수에 대한 설명 중 옳은 것은?

① 은하 원반에서 본 헤일로의 모습이다.
② 헤일로에서 본 은하 원반의 모습이다.
③ 은하 중심에서 본 은하 원반의 모습이다.
④ 은하 원반에서 본 우리 은하의 모습이다.
⑤ 은하 중심에서 본 외부 은하의 모습이다.

[121~123] 다음은 여러 은하의 사진이다. 물음에 답하시오.

(가) (나) (다) (라)

121 출제율 92%

은하 (가)~(라)의 명칭을 쓰시오.

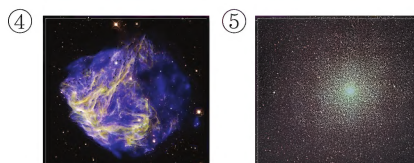
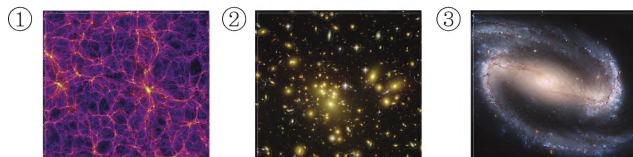
122 출제율 93%

우리 은하와 구조가 가장 유사한 구조의 은하의 기호와 명칭을 쓰시오.

123 출제율 89%

성간 물질의 양이 가장 적은 은하의 기호를 쓰시오.

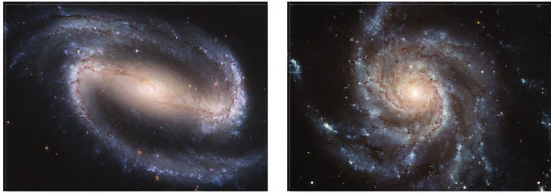
124 출제율 87%

다음 중 공간 규모가 가장 큰 사진은?

빈출유형

125 출제율 97%

그림 (가), (나)는 형태가 다른 나선 은하를 나타낸 것이다.

(가)

(나)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

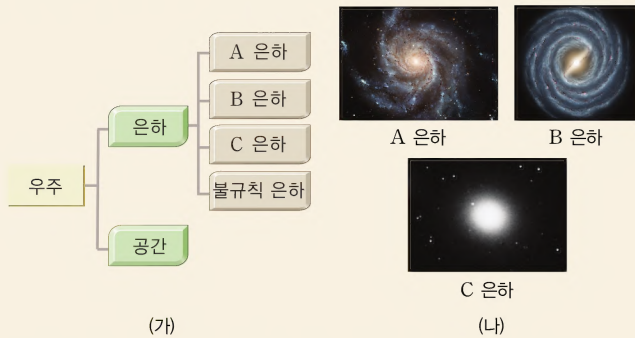
ㄱ. (나)는 나선팔이 중심과 직접 연결되어 있다.
ㄴ. 우리 은하의 구조는 (가)보다 (나)와 유사하다.
ㄷ. (가)는 정상 나선 은하, (나)는 막대 나선 은하이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

125 유사유형

126 출제율 92%

그림 (가)는 우주의 구성을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 A~C 은하에 해당하는 사진이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

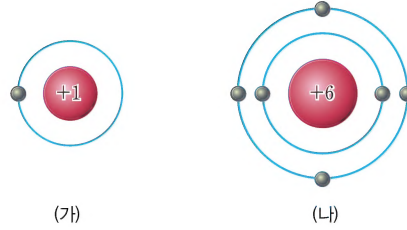
ㄱ. 우리 은하는 (나)의 B로 분류된다.
ㄴ. 은하 내 성간 물질은 A가 C보다 풍부하다.
ㄷ. 우주는 수많은 은하들과 그 사이의 공간으로 구성되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03-3 성간 물질과 분자의 출현

127 출제율 94%

그림 (가)는 수소의 전자 배치를, 그림 (나)는 탄소의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.

(가) (나)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

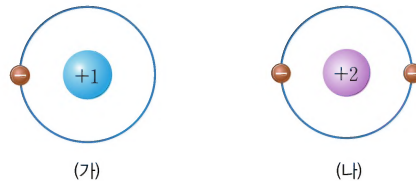
ㄱ. 탄소의 원자가 전자는 4개이다.
ㄴ. 탄소와 수소가 공유 결합하여 형성되는 메테인에는 2중 결합이 존재한다.
ㄷ. 탄소와 수소가 공유 결합하여 형성되는 메테인에는 4개의 전자쌍이 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

128 출제율 93%

그림은 두 원자의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.

(가)

(나)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

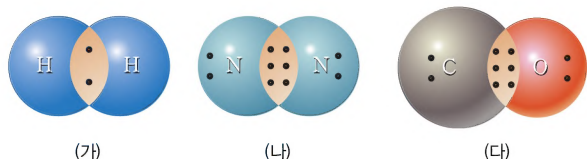
보기

ㄱ. 원자 (가)는 원자 (나)보다 안정하다.
ㄴ. 원자 (나)는 원자가 전자가 2개이다.
ㄷ. 원자 (가)는 (나)보다 성간 물질에 더 많이 분포한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

◆ 바른답·알찬풀이 p.13

[129~131] 그림은 성간 공간에 존재하는 분자들의 구조를 모형으로 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.

(가) (나) (다)

129 출제율 85%

위의 (가)~(다) 중 1개의 전자쌍을 공유하는 단일 결합으로 이루어진 분자를 모두 고른 것은?

① (가) ② (나) ③ (다)
④ (가), (나) ⑤ (나), (다)

130 출제율 92%

성간 물질 중에서 가장 많은 것은 수소 분자이다. 그 이유를 옳게 설명한 것은?

① 다른 분자보다 공유 결합의 세기가 크기 때문에
② 다른 원소보다 원자가 전자의 수가 많기 때문에
③ 다른 분자보다 분자의 분해 속도가 느리기 때문에
④ 다른 분자보다 공유하는 전자의 수가 많기 때문에
⑤ 성간 공간에는 수소가 다른 원소보다 많기 때문에

131 출제율 85%

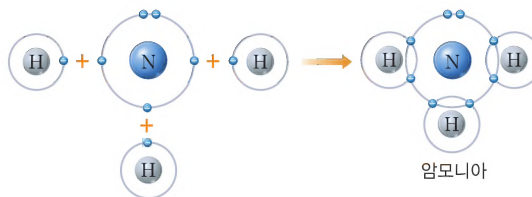
위의 (가)~(다) 중 성간 공간에서 수소 다음으로 많이 존재하는 화합물을 고르고, 이 화합물의 이름을 쓰시오.(단, 성간 공간에 존재하는 원자는 수소 > 산소 > 탄소 > 질소 순으로 많다.)

132 출제율 88%

다음 중 3중 결합을 이루고 있는 분자는?

① CO_2 ② NH_3 ③ O_2
④ N_2 ⑤ H_2O

133 출제율 89%

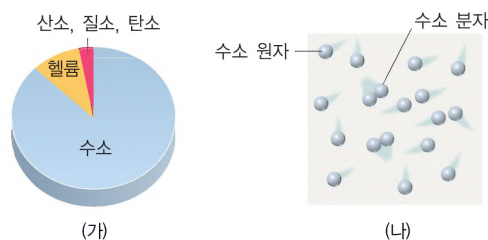
그림은 공유 결합에 의해 암모니아가 형성되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 암모니아는 화합물이다.
ㄴ. 암모니아의 화학식은 NH_3이다.
ㄷ. 수소(H) 원자 1개와 질소(N) 원자 사이에는 1개의 전자쌍을 공유한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

134 출제율 92% 신유형

그림 (가)는 성간 공간에서 원자 상태로 존재하는 입자의 상대적 개수 비를, (나)는 성간 공간에서 수소 원자가 충돌하여 수소 분자를 생성하는 반응 모형을 나타낸 것이다.

(가) (나)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 성간 공간에는 수소가 포함된 화합물이 존재한다.
ㄴ. 성간 공간에서는 수소 원자의 충돌 횟수가 가장 많다.
ㄷ. 성간 공간에서 일어나는 반응 중 수소 분자의 생성 반응이 가장 많이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

내신 완성 1등급문제

135 정답률 30%

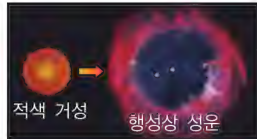
그림은 성운에서 기체가 수축하여 별이 생성되는 과정을 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 성운 A의 기체는 고온 · 저밀도 상태이다.
ㄴ. A → B 과정에서 중력 수축에 의한 에너지가 발생한다.
ㄷ. C의 내부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

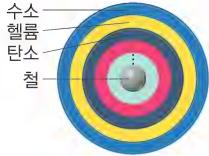
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

136 정답률 28%

오른쪽 그림은 별의 진화 단계 중 일부를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 행성상 성운은 별의 급격한 폭발로 형성되었다.
ㄴ. 행성상 성운의 중심부에서는 백색 왜성이 형성된다.
ㄷ. 태양 질량의 30배 이상의 별에서 나타난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

137 정답률 35%

오른쪽 그림은 어느 별의 내부 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 중심부로 들어갈수록 온도가 높아진다.
ㄴ. 태양 진화의 마지막 단계에서 나타날 수 있다.
ㄷ. 중심의 온도가 충분히 높아지면 철(Fe) 핵융합 반응을 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

138 정답률 30%

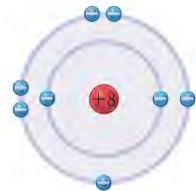
그림은 별의 질량에 따른 진화 과정 A～C를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 질량이 가장 작은 별의 진화 과정은 C이다.
ㄴ. 철(Fe)보다 무거운 원소는 A 과정에서 만들어진다.
ㄷ. 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 단계는 주계열성이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

139 정답률 35%

오른쪽 그림은 산소의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 원자가 전자는 8개이다.
ㄴ. 가장 바깥 전자 궤도에 2개의 전자가 더 채워지면 안정해진다.
ㄷ. 산소 원자 2개가 전자쌍 3개를 공유하면서 산소 분자를 형성한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

◆ 바른답·알찬풀이 p.17

140 정답률 30%

표는 성간 공간에 존재하는 몇 가지 원자의 상대적 분포율을 개수로 나타낸 것이다.

원자의 종류	상대적 개수
수소(H)	1,000,000개
산소(O)	840개
질소(N)	95개

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 성간 분자 중 수소 분자의 비율이 산소 분자보다 높다.
ㄴ. 성간 화합물의 생성 속도는 물이 암모니아보다 빠르다.
ㄷ. 성간 분자는 성간에 존재하는 원자 사이의 유효 충돌로 형성된다.

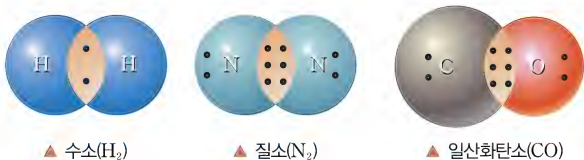
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

141 정답률 35%

그림은 성간 공간에 존재하는 여러 가지 분자를 모형으로 나타낸 것이다.

▲ 수소(H_2)

▲ 질소(N_2)

▲ 일산화탄소(CO)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 세 가지 분자 중 화합물은 한 가지이다.
ㄴ. 일산화탄소에서 탄소의 모든 원자가 전자는 공유 결합에 사용된다.
ㄷ. 한 분자당 공유하는 전자쌍의 개수가 가장 많은 것은 수소 분자이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형 문제

142 정답률 30%

성간 물질에는 우주 초기에 생성된 수소와 헬륨 외에도 탄소, 산소, 규소, 철 등의 다양한 원소가 존재하는 이유를 서술하시오. [10점]

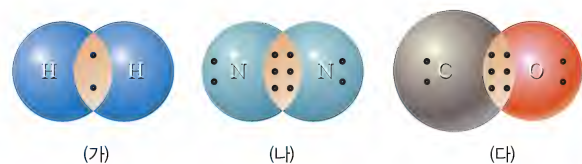
143 정답률 26%

태양은 약 46억 년 전에 성운의 중력 수축으로 형성되었고 현재 주계열성으로 빛나고 있다. 미래의 태양 진화 과정을 서술하시오. [8점]

144 정답률 27%

그림은 성간 공간에 존재하는 대표적인 물질의 분자 구조를 모형으로 나타낸 것이다.

(가)　(나)

(다)

성간 공간에 많이 분포하는 것부터 순서대로 나열하고, 그 이유를 서술하시오. [10점]

145

표는 허블 상수를 구하는데 사용된 세페이드 변광성 A, B, C의 관측 결과를 나타낸 것이다.

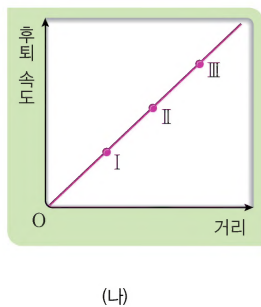
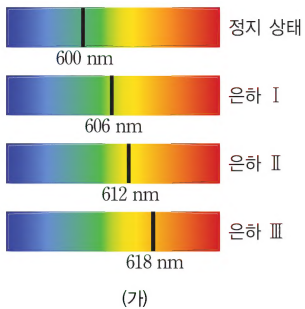
변광성	적색 편이량	절대 등급
A	0.030	−2.7
B	0.022	−5.0
C	0.037	−5.0

세 변광성 중에서 가장 밝게 보이는 것의 기호를 쓰고, 그 이유를 서술하시오. [7점]

146

그림 (가)는 은하 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ에서 관측된 어떤 가상 기체에 의한 스펙트럼을 정지 상태와 비교한 것이고, 그림 (나)는 은하의 후퇴 속도를 은하까지의 거리에 따라 나타낸 것이다.

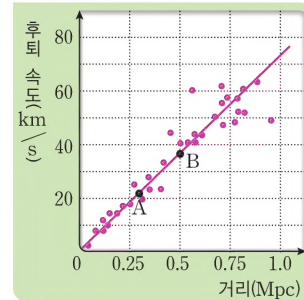
(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 자료를 통해 우주가 팽창함을 알 수 있다.
ㄴ. (나)에서 직선의 기울기는 대략적인 우주의 나이가 된다.
ㄷ. 후퇴 속도가 클수록 은하 스펙트럼의 적색 편이량은 커진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

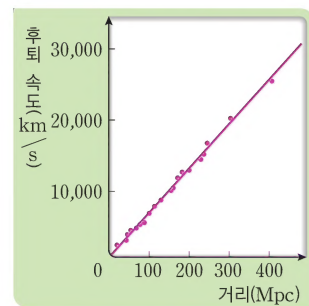
147

그림은 외부 은하의 스펙트럼을 분석하여 얻은 후퇴 속도와 거리의 관계를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 허블 상수는 약 73 km/s/Mpc이다.
② 멀리 있는 은하일수록 더 큰 적색 편이를 나타낸다.
③ 직선 기울기의 역수는 대략적인 우주의 나이가 된다.
④ 이러한 관계로부터 우주가 팽창한다는 것을 알 수 있다.
⑤ 은하 A에서 관측할 경우 은하 B의 스펙트럼에서는 청색 편이가 관측될 것이다.

148

다음은 우주의 팽창에 관한 연구 결과를 나타낸 것이다.

도플러 효과에 의해 광원이 관측자에서 멀어질 때 스펙트럼의 적색 편이가, 가까워질 때 청색 편이가 나타난다. 이와 같은 방법으로 은하를 관측했을 때 관측한 은하의 스펙트럼은 대부분 적색 편이가 나타났다. 이것은 우주가 팽창하고 있다는 사실을 의미하며, 은하까지의 거리와 후퇴 속도의 관계는 $V_r = H \cdot r$이다.(V_r : 은하의 후퇴 속도, H : 허블 상수, r : 은하까지의 거리)

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 그래프의 기울기는 우주의 나이이다.
ㄴ. 거리가 가까운 은하일수록 적색 편이가 커진다.
ㄷ. 거리가 먼 은하일수록 빠른 속도로 멀어지고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

◆ 바른답·알찬풀이 p.19

149

다음은 허블 상수를 이용해 대략적인 우주의 나이와 크기를 구하는 과정을 나타낸 것이다.

> 우주의 나이는 과거 우주가 만들어질 때 한 점에 모여 있던 은하가 현재의 속력(v)으로 현재 우리 은하로부터 떨어진 거리(r)까지 이동하는 데 걸린 시간(t)과 같다고 볼 수 있다. 이동 시간 $t=\frac{r}{v}$이고, $\frac{r}{v}$는 허블 법칙으로부터 [㉠]과 같다. 현재의 허블 상수(H)를 약 73km/s/Mpc이라고 하면, 우주의 나이는 약 137억 년으로 계산된다. 단, 이렇게 구한 우주의 나이는 [㉡]가 일정할 때의 대략적인 우주의 나이로 허블 시간이라고 부른다.

㉠, ㉡에 들어갈 내용을 옳게 짝지은 것은?(단, c는 광속이다.)

	㉠	㉡
①	Hc	우주의 질량
②	Hc	우주의 팽창 속도
③	$\frac{1}{H}$	우주의 팽창 속도
④	$\frac{1}{H}$	우주의 밀도
⑤	$\frac{c}{H}$	우주의 밀도

150

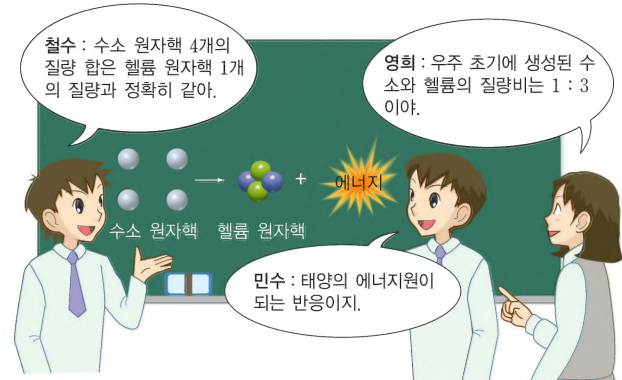
다음 〈보기〉는 빅뱅 우주론과 입자의 형성 과정에 대한 설명이다.

> **보기**
> ㄱ. 쿼크와 경입자가 형성되었다.
> ㄴ. 양성자와 중성자가 형성되었다.
> ㄷ. 전자와 원자핵이 결합하여 원자를 형성하였다.
> ㄹ. 약 137억 년 전 대폭발이 일어나 우주는 팽창하기 시작했다.

입자의 형성 과정을 순서대로 나열한 것은?

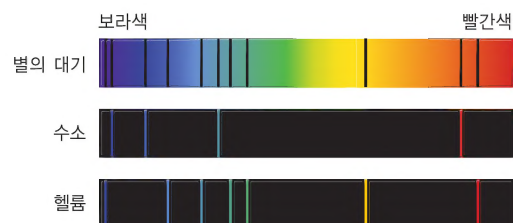
① ㄱ－ㄴ－ㄷ－ㄹ ② ㄴ－ㄱ－ㄹ－ㄷ
③ ㄴ－ㄷ－ㄱ－ㄹ ④ ㄷ－ㄱ－ㄹ－ㄴ
⑤ ㄹ－ㄱ－ㄴ－ㄷ

151

그림은 수소 원자핵이 융합하여 헬륨 원자핵이 형성되는 핵융합 반응에 대해 철수, 영희, 민수가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.

옳게 말한 사람을 모두 고른 것은?

① 철수 ② 민수 ③ 철수, 영희
④ 철수, 민수 ⑤ 영희, 민수

152

그림은 어떤 별의 대기, 수소, 헬륨의 흡수 스펙트럼의 일부를 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

> **보기**
> ㄱ. 이 별의 대기에는 수소가 존재한다.
> ㄴ. 이 별 대기의 성분 원소는 1가지이다.
> ㄷ. 수소와 헬륨은 스펙트럼으로 구별할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

153

다음은 빅뱅 우주론을 근거로 하여 대폭발 후 초기 우주의 상황을 설명한 것이다.

> 빅뱅 약 1초 후의 우주 온도는 거의 100억 K에 달했으며 양성자, 중성자 등의 입자들이 모두 뒤엉켜 있었다. 우주의 팽창으로 (가) 우주의 온도는 내려가면서 중성자는 양성자와 전자로 분리되거나 양성자와 결합해 중수소 원자핵이 되었다. 이렇게 만들어진 중수소 원자핵의 대부분은 빅뱅 이후 (나) 처음 3분 동안에 헬륨 원자핵이 생성되었고 소량의 리튬도 생겨났다.
> 대폭발 후 약 38만 년이 지나자 우주는 충분히 식어서 원자핵과 전자가 결합해 원자가 만들어지면서 투명해지고, 이와 함께 (다) 복사와 물질이 분리되기 시작했다.

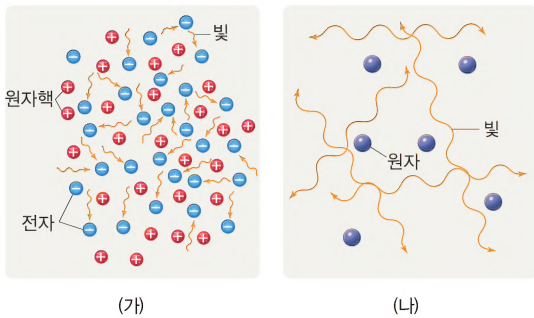
이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. (가) 과정은 우주 팽창의 결과이다.
ㄴ. (나)에서 수소와 헬륨의 질량비는 3 : 1이 되었다.
ㄷ. (다)에서 우주 배경 복사가 방출되었다.

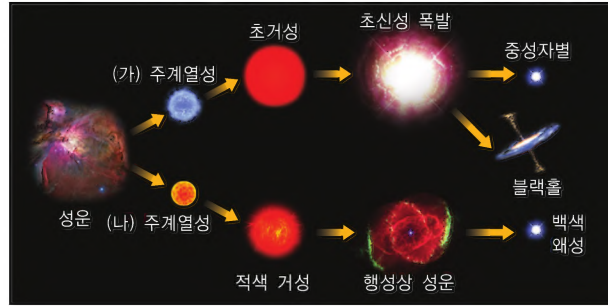
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

154

그림 (가)와 (나)는 빅뱅 우주론에서 우주의 나이 약 38만 년 전과 후에 우주를 구성하는 주요 입자와 빛이 상호 작용하는 관계를 나타낸 것이다.

(가) (나)

우주 나이 약 38만 년을 전후로 물질 구성 입자의 변화를 서술하시오. [4점]

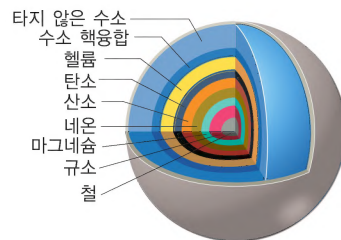
155

그림은 질량이 서로 다른 별들의 진화 과정을 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 (나)보다 질량이 크다.
ㄴ. (가)와 (나) 모두 수소 핵융합 반응이 일어난다.
ㄷ. 중성자별이 블랙홀보다 질량이 더 큰 별로부터 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

156

그림은 어느 별의 내부 구조를 나타낸 모식도이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 이 별은 백색 왜성이다.
ㄴ. 이 별은 태양보다 질량이 크다.
ㄷ. 별의 중심에서는 철 핵융합 반응이 활발하게 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

◆ 바른답·알찬풀이 p.19

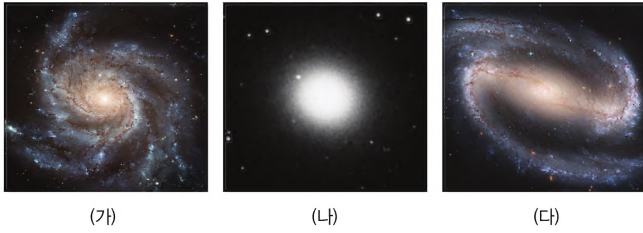
I

157

그림은 형태가 서로 다른 외부 은하의 사진이다.

(가)

(나)

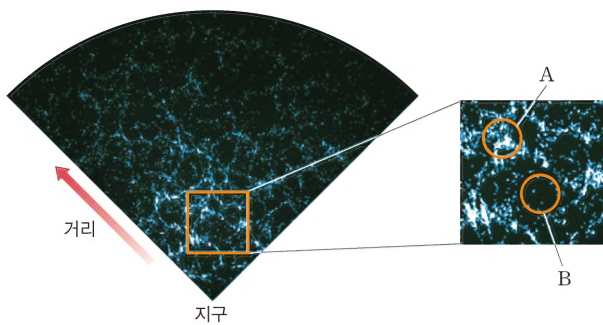
(다)

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 나이가 많은 별은 대부분 나선팔에 분포한다.
ㄴ. 우리 은하는 (나)와 같은 형태이다.
ㄷ. (가)와 (다)는 중심부의 막대 구조 유무로 구분된다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

158

그림은 여러 가지 관측과 연구로 밝혀진 우주 거대 구조를 나타낸 것이다.

위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 초은하단들이 관측된다.
ㄴ. 은하들은 A 영역보다 B 영역에 밀집되어 있다.
ㄷ. 우주 초기의 물질 분포는 완전히 균일했음을 알 수 있다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

159

표는 원자 X가 몇 가지 원자와 공유 결합하여 만들어진 분자를 결합선을 사용하여 나타낸 것이다.

X와 결합한 원자	수소(H)	탄소(C)	X
분자	$\mathrm{H-\ddot{X}\colon}$ (아래에 H 결합)	$\mathrm{\colon\ddot{X}=C=\ddot{X}\colon}$	$\mathrm{\colon\ddot{X}=\ddot{X}\colon}$

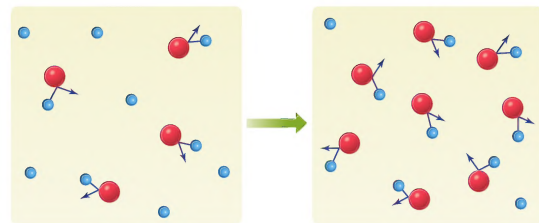
원자 X의 특성으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?(단, X는 임의의 원소 기호이고, ':'는 비공유 전자쌍을 나타내며, 수소는 1개, 탄소는 4개의 최외각 전자가 존재한다.)

보기

ㄱ. X의 양성자 수는 6개이다.
ㄴ. X는 6개의 최외각 전자를 갖는다.
ㄷ. X는 우주에 가장 풍부한 원소이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ

160

그림은 어떤 요인에 의해 반응 속도가 달라지는 것을 모형으로 나타낸 것이다.

위 모형으로 설명할 수 있는 현상을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 먹다 남은 음식물이 빨리 상한다.
ㄴ. 꺼져 가는 불씨를 산소가 든 집기병 속에 넣으면 다시 불이 붙는다.
ㄷ. 우주 공간에 존재하는 헬륨은 다른 원자와 충돌하여도 반응하지 않는다.
ㄹ. 우주 공간에는 질소 분자(N_2)보다 일산화탄소(CO)의 분포율이 더 높다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ　③ ㄱ, ㄹ
④ ㄴ, ㄹ　⑤ ㄷ, ㄹ